

02975.000160



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
: Examiner: Unassigned
KOSUKE FUJIMOTO, ET AL.)
: Group Art Unit: Unassigned
Application No.: 10/809,540)
:
Filed: March 26, 2004)
:
For: CONTROL APPARATUS)
CAPABLE OF LOW-SPEED :
DRIVING OF VIBRATION TYPE)
DRIVING APPARATUS, :
ACTUATING APPARATUS)
USING THE CONTROL :
APPARATUS, CONTROL)
METHOD CAPABLE OF LOW- :
SPEED DRIVING OF VIBRATION)
TYPE DRIVING APPARATUS, :
AND STORAGE MEDIUM)
STORING PROGRAM :
INCLUDING PROGRAM CODES)
CAPABLE OF REALIZING THE :
CONTROL METHOD) June 16, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

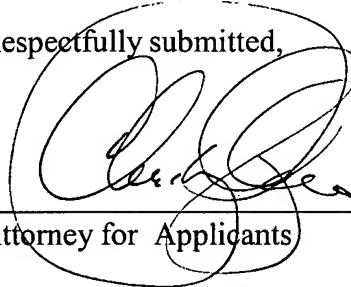
In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed are
certified copies of the following foreign applications:

2003-096491, filed March 31, 2003; and

2004-081135, filed March 19, 2004.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C.
office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our
address given below.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "C. Harper", is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Attorney for Applicants

Registration No. 32,078

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3800
Facsimile: (212) 218-2200
CPW\gmc

DC_MAIN 164989v1

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

CFV 00160
Kusuke Fujimoto, et al, US
Filed. 03/26/04
Appn. No. 10/809,540

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月31日

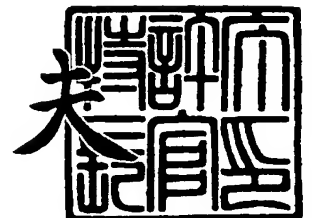
出願番号
Application Number: 特願2003-096491
[ST. 10/C]: [JP 2003-096491]

出願人
Applicant(s): キヤノン株式会社

2004年 4月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3032813

【書類名】 特許願

【整理番号】 253770

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02N 2/00

【発明の名称】 振動型駆動装置の制御装置、作動装置および振動型駆動装置の制御方法

【請求項の数】 27

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

 【氏名】 藤本 幸輔

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100067541

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岸田 正行

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104628

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 水本 敦也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108361

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小花 弘路

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044716

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 振動型駆動装置の制御装置、作動装置および振動型駆動装置の制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 弾性体および電気－機械エネルギー変換素子を有する振動体と、前記振動体に接触する接触体とを有し、前記電気－機械エネルギー変換素子に複数の駆動信号を印加して、前記振動体に進行性振動を励起し、前記振動体と移動体とを相対移動させる振動型駆動装置の制御装置であって、

前記進行性振動の最大変位が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が前記振動体と移動体の相対移動方向に変化するように前記駆動信号を制御することを特徴とする振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 2】 弾性体および電気－機械エネルギー変換素子を有する振動体と、前記振動体に接触する接触体とを有し、前記電気－機械エネルギー変換素子に複数の駆動信号を印加して、前記振動体に進行性振動を励起し、前記振動体と移動体とを相対移動させる振動型駆動装置の制御装置であって、

前記進行性振動の最大変位が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が前記振動体と移動体の相対移動方向に変化するように前記複数の駆動信号を異なる時間的位相をもって周期的に制御することを特徴とする振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 3】 前記複数の駆動信号の振幅と位相を異なる時間的位相をもって周期的に変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 4】 前記複数の駆動信号の振幅を異なる時間的位相をもって周期的に変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 5】 前記駆動信号の周波数の変化に対して前記進行性振動の最大変位を変化させるよう前記駆動信号を制御することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 6】 前記振動型駆動装置の速度を検出する速度検出手段を有し、

前記速度検出手段の検出結果に応じて前記進行性振動の最大変位を変化させるよう前記駆動信号を制御することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 7】 弾性体および電気－機械エネルギー変換素子を有する振動体と、前記振動体に接触する接触体とを有し、前記電気－機械エネルギー変換素子に複数の駆動信号を印加して、前記振動体に、同形状で位置的位相が異なる複数の振動を励起し、これら振動の合成により発生した進行性振動により、前記振動体と前記移動体とを相対移動させる振動型駆動装置の制御装置であって、

前記進行性振動が、該進行性振動の位置的位相を変化させる振動成分を含むように前記駆動信号を制御することを特徴とする振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 8】 前記複数の駆動信号の振幅と位相を異なる時間的位相をもって周期的に変化させることを特徴とする請求項 7 に記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 9】 前記進行性振動の極大部の位置が前記振動体と移動体の相対移動方向に変化するように前記複数の駆動信号の振幅を実となる時間的位相をもって周期的に変化させることを特徴とする請求項 7 に記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 10】 前記駆動信号の周波数の変化に対して前記進行性振動の位置的位相を変化させる振動成分を増減することを特徴とする請求項 7 に記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 11】 前記振動型駆動装置の速度を検出する速度検出手段を有し、
前記速度検出手段の検出結果に応じて前記進行性振動の位置的位相を変化させる振動成分を増減することを特徴とする請求項 7 に記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 12】 前記振動型駆動装置の駆動速度を検出する速度検出手段と、
前記速度検出手段により得られた速度信号と与えられた速度指令値との偏差から駆動周波数を決定する周波数制御手段と、

前記振動型駆動装置の駆動速度に対して予め定められたパラメータに応じて位相変調量および振幅変調量を決定する変調手段と、

前記変調手段により決定された位相変調量に応じて駆動周波数を位相変調した信号を発生する位相制御手段と、

前記変調手段により決定された振幅変調量に応じて駆動信号のそれぞれに独立して振幅変調を施す振幅制御手段とを有することを特徴とする請求項 3 又は 8 に記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 1 3】 前記振動型駆動装置の駆動速度を検出する速度検出手段と

前記速度検出手段により得られた速度信号と与えられた速度指令値との偏差から駆動周波数を決定する周波数制御手段と、

前記振動型駆動装置の駆動速度に対して予め定められたパラメータに応じて振幅変調量を決定する変調手段と、

前記変調手段により決定された振幅変調量に応じて駆動信号のそれぞれに独立して振幅変調を施す振幅制御手段とを有することを特徴とする請求項 4 又は 9 に記載の振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 1 4】 前記振動型駆動装置の駆動速度を検出する速度検出手段と

前記速度検出手段から得られる速度信号と与えられた速度指令値との偏差から駆動周波数を決定し、パルス信号を出力する周波数制御手段と、

前記振動型駆動装置の回転速度に対して予め定められたパラメータに応じて位相変調量およびパルス幅変調量を決定する変調手段と、

前記変調手段により決定された位相変調量に応じて前記パルス信号を位相変調する位相制御手段と、

前記変調手段により決定されたパルス幅変調量に応じてパルス信号のそれぞれに独立してパルス幅変調を施すパルス幅制御手段とを有し、

該位相変調およびパルス幅変調されたパルス信号に応じて電源電圧を出力するスイッチング素子および電源電圧を昇圧する昇圧手段によって構成される駆動回路により前記複数の駆動信号を生成することを特徴とする発明 2 又は 7 に記載の

振動型駆動装置の制御装置。

【請求項 1 5】 前記振動型駆動装置の駆動速度を検出する速度検出手段と

、
前記速度検出手段から得られる速度信号と与えられた速度指令値との偏差から
駆動周波数を決定し、パルス信号を出力する周波数制御手段と、

前記振動型駆動装置の回転速度に対して予め定められたパラメータに応じてパ
ルス幅変調量を決定する変調手段と、

前記変調手段により決定されたパルス幅変調量に応じて前記パルス信号をパル
ス幅変調するパルス幅制御手段とを有し、

該パルス幅変調されたパルス信号に応じて電源電圧を出力するスイッチング素
子および電源電圧を昇圧する昇圧手段によって構成される駆動回路により前記複
数の駆動信号を生成することを特徴とする請求項 4 又は 9 に記載の振動型駆動装
置の制御装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 から 1 5 に記載の制御装置と、

前記制御装置により制御される振動型駆動装置と、

前記振動型駆動装置により駆動される駆動機構とを有することを特徴とする作
動装置。

【請求項 1 7】 弾性体および電気－機械エネルギー変換素子を有する振動体
と、前記振動体に接触する接触体とを有し、前記電気－機械エネルギー変換素子に
複数の駆動信号を印加して、前記振動体に、同形状で位置的位相が異なる複数の
振動を励起し、これら振動の合成により発生した進行性振動により、前記振動体
と移動体とを相対移動させる振動型駆動装置の制御方法であって、

前記進行性振動の最大変位が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が前
記振動体と移動体の相対移動方向に変化するように前記駆動信号を制御すること
を特徴とする振動型駆動装置の制御方法。

【請求項 1 8】 前記複数の駆動信号を異なる時間的位相をもって周期的に
制御することを特徴とする請求項 1 7 に記載の振動型駆動装置の制御方法。

【請求項 1 9】 前記複数の駆動信号の振幅と位相を異なる時間的位相をも
って周期的に変化させることを特徴とする請求項 1 7 又は 1 8 に記載の振動型駆

動装置の制御方法。

【請求項 2 0】 前記複数の駆動信号の振幅を時間的位相をもって周期的に変化させることを特徴とする請求項 1 7 又は 1 8 に記載の振動型駆動装置の制御方法。

【請求項 2 1】 前記駆動信号の周波数の変化に対して前記進行性振動の最大変位を変化させるよう前記駆動信号を制御することを特徴とする請求項 1 7 から 2 0 のいずれかに記載の振動型駆動装置の制御方法。

【請求項 2 2】 前記振動型駆動装置の速度を検出する速度検出手段を有し、
前記速度検出手段の検出結果に応じて、前記進行性振動の最大変位を変化させるよう前記駆動信号を制御することを特徴とする請求項 1 7 から 2 0 のいずれかに記載の振動型駆動装置の制御方法。

【請求項 2 3】 弾性体および電気－機械エネルギー変換素子を有する振動体と、前記振動体に接触する接触体とを有し、前記電気－機械エネルギー変換素子に複数の駆動信号を印加して、前記振動体に、同形状で位置的位相が異なる複数の振動を励起し、これら振動の合成により発生した進行性振動により、前記振動体と前記移動体とを相対移動させる振動型駆動装置の制御方法であって、

前記進行性振動が、該進行性振動の位置的位相を変化させる振動成分を含むよう前記駆動信号を制御することを特徴とする振動型駆動装置の制御方法。

【請求項 2 4】 前記複数の駆動信号の振幅と位相を時間的位相をもって周期的に変化させることを特徴とする請求項 2 3 に記載の振動型駆動装置の制御方法。

【請求項 2 5】 前記複数の駆動信号の振幅を異なる時間的位相をもって周期的に変化させることを特徴とする請求項 2 3 に記載の振動型駆動装置の制御方法。

【請求項 2 6】 前記駆動信号の周波数の変化に対して前記進行性振動の位置的位相を変化させる振動成分を増減することを特徴とする請求項 2 3 に記載の振動駆動装置の制御方法。

【請求項 2 7】 前記振動型駆動装置の速度に応じて前記進行性振動の位置

的位相を変化させる振動成分を増減することを特徴とする請求項 23 に記載の振動型駆動装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気－機械エネルギー変換素子により弾性体に進行性振動を形成し、該振動体と接触体とを相対移動させるいわゆる振動型駆動装置の制御に関する。

【0002】

【従来の技術】

電気－機械エネルギー変換素子により弾性体に振動を形成し、移動体（接触体）を駆動する振動型駆動装置は、低速度で大きな駆動力が取り出せるアクチュエータとして用いられている。

【0003】

特に、特許文献 1 にて提案されている進行波型の振動型駆動装置は、弾性体に進行性の振動波を励起し、これに加圧接触した移動体を連続的に駆動することにより、より滑らかな駆動が可能である。

【0004】

この特許文献 1 に記載の振動型駆動装置では、振動体が円環形状の弾性体を用いて構成され、弾性体の軸方向一方の側には、くし歯状の突起群が形成されている。これら突起群の上面には、摩擦材料が接着されている。また、弾性体の軸方向他方の側には、電気－機械エネルギー変換素子として円環状の圧電素子が接着されており、圧電素子にはパターン電極が形成されている。

【0005】

パターン電極は、振動体の円環部に励起する振動モードの次数に対応して、次数の四倍の数に等分割されており、それぞれの電極には、順に時間位相が 90° ずつ異なる略サイン波形状の交流電圧が印加される。励起する振動モードの固有振動数付近の周波数で交流電圧を印加すると、圧電素子の伸縮により弾性体に加わる曲げモーメントによって弾性体が共振し、 90° ずつ異なる交流電圧に対してそれぞれ励起される振動（モード）は同形状で、かつ位相が異なり、その合成

によって進行正振動波（進行波）が形成される。

【0 0 0 6】

図 1 7 には、振動型駆動装置の駆動を行うための駆動回路を示す。この駆動回路は、特許文献 2 にて記載された駆動回路であり、2 2 ～ 2 9 の MOS F E T で構成したスイッチング回路を、不図示のパルス発生手段で発生したパルスでオン・オフ制御し、センタータップ付きのトランス 3 0 , 3 1 に交流電圧を発生させ、2 次側に接続された A (+) 、 B (+) 、 A (-) 、 B (-) 相に対応する端子 3 2 ～ 3 5 に順次 9 0 ° 位相のずれた交流電圧を印加する。

【0 0 0 7】

一方、異なる振動（モード）を重ね合せた、いわゆる定在波駆動型のモータは、例えば、特許文献 3 にて提案されているような縦振動とねじり振動を合成するものがある。この例では、縦振動とねじり振動を 9 0 ° の位相差をもって励起することにより、縦振動を振動体の移動体に対する離間および接触を行わせる振動として、ねじり振動を移動体を搬送する振動として用いている。

【0 0 0 8】

このような異なる振動モードの重ね合せにより駆動する振動型駆動装置は、異なる振動方向のモードを同じ周波数で駆動するために、異なる振動方向のモードに対して共振周波数を略一致させることが必要であるが、同形状で加工しても、振動体の材料の異方性などから共振周波数を一致させることが難しく、周波数の調整工程が必要となる。

【0 0 0 9】

これに対し、前述した同形状の振動（モード）の重ね合せによるいわゆる進行波型の振動型駆動装置は、振動モードが同じ変形の分布を持つモードであるために、振動方向による共振周波数の変化が出にくく、2 つのモードの共振周波数を一致させるためにほとんど調整を必要としないという特徴がある。

【0 0 1 0】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 1 5 7 4 7 3 号公報

【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 1 7 6 7 8 8 号公報

【特許文献 3】

特開平 8 - 2 4 2 5 9 3 号公報

【特許文献 4】

特開平 8 - 8 0 0 7 3 号公報

【0 0 1 1】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、進行波型の振動型駆動装置では、同形状の振動（モード）の重ね合せであるがゆえに、以下のような問題がある。

【0 0 1 2】

図 1 8 には、振動体（弾性体）と移動体との接触・駆動状態を模式的に示している。

【0 0 1 3】

図 1 8 には、振動体 1 0 1 の振動変位と、移動体 1 0 6 の応答変位を示しており、振動体上の突起形状や摩擦材料は省略している。図中に実線矢印で示したのは振動体 1 0 1 の駆動振動であり、この駆動振動によって移動体 1 0 6 が白抜き矢印で示した方向に駆動される。（a）は振動振幅が大きい高速駆動時を、（b）は、（a）の場合よりも振動振幅が小さい低速駆動時の振動状態を示している。（b）のように、振動振幅を小さくすることによって各位置での送り速度を下げ、速度を落としている（速度は白抜き矢印の長さで表している）。

【0 0 1 4】

移動体 1 0 6 は、振動体 1 0 1 の振動形状に対して送り速度が大きい、すなわち変位が大きい部分に一部が接触するようにその曲げ剛性と応答性をもたせている。しかし、速度を下げるに従って、移動体 1 0 6 との接触領域が増加し、最終的には（b）に示すようにほとんど全面で接触した状態で低速駆動されることになる。

【0 0 1 5】

このような接触状態になると、接触面のほぼ全域に、部分的な振動体と移動体との速度差による滑り摩擦が働くために効率が低下する。さらに、接触面で生じ

た摩耗粉が外部に排出されにくくなり、砥粒として働くため、移動体および振動体の摩耗量が増加する。

【0 0 1 6】

ある程度の振動振幅を維持しながら速度を下げる手法としては、主として振動の応答性を高めるための手段としてではあるが、例えば上記特許文献 4 にて提案されているように、停止時に定在波に切り換える方法や、A 相、B 相間の位相差を 90° から小さくして定在波に変化させる手法がある。

【0 0 1 7】

しかしながら、このような方法では、振動体と移動体との接触面に悪影響を及ぼす。

【0 0 1 8】

例えば、円環型の振動型駆動装置の場合、振動体に複数の曲げ変形を生ずるような振動モードを位置的位相を 90° ずらして重ね合せて用いる。

【0 0 1 9】

図 1 9 は、振動体の振動を模式的に示した展開図であり、圧電素子 1 0 2 の A, B にそれぞれ時間位相が 90° 異なる駆動電圧を印加した場合の振動の様子を示している。振動体 1 0 1 の各部に示した楕円 a ~ g は、振動体の各位置に生じる楕円運動を示している。各楕円中に示した矢印は、楕円運動を構成する A, B 相（実線矢印が A 相を、点線矢印が B 相を示す）の各振動成分である。

【0 0 2 0】

楕円運動を構成する A, B の各相の振動成分は、位置によって方向が異なっている。ここで、A 相の振動振幅を小さくして定在波成分を生じさせると、場所によって縦振幅が減少する箇所と横振幅が減少する箇所とが分布して生じることにより、摩擦状態の不均一を生ずる。この不均一は、摩擦面の摩耗速度に差を生じさせるため、摩擦面の平面度の劣化を生じ、性能の低下の原因になる。

【0 0 2 1】

さらに、進行波振動の極大部、すなわち駆動力が大きい箇所が常に同じ位置に存在するため、移動体と振動体との面圧むらが生じたり、移動体の接触部の平面の凹凸によって移動体の回転と同期して回転むらが生じたりして、回転精度が低

下するおそれがある。

【0 0 2 2】

本発明は、低速での駆動状態を長期間にわたって続けても、出力性能を維持できるようにした振動型駆動装置の制御装置および制御方法を提供することを目的としている。

【0 0 2 3】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明では、弾性体および電気－機械エネルギー変換素子を有する振動体と、振動体に接触する接触体とを有し、電気－機械エネルギー変換素子に複数の駆動信号を印加して、振動体に（同形状で位置的位相が異なる複数の振動を励起し、これら振動の合成により）進行性振動を励起し、振動体と移動体とを相対移動させる振動型駆動装置の制御装置を提供する。ここで、制御装置は、進行性振動の最大変位が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が振動体と移動体の相対移動方向に変化するように駆動信号を制御する。

【0 0 2 4】

あるいは、制御装置は、進行性振動の最大変位が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が振動体と移動体の相対移動方向に変化するように複数の駆動信号を異なる時間的位相をもって周期的に制御する。

【0 0 2 5】

あるいは、制御装置は、進行性振動が、進行性振動の位置的位相を変化させる振動成分を含むように駆動信号を制御する。

【0 0 2 6】

また、上記の目的を達成するために、本発明では、弾性体および電気－機械エネルギー変換素子を有する振動体と、振動体に接触する接触体とを有し、電気－機械エネルギー変換素子に複数の駆動信号を印加して、振動体に（同形状で位置的位相が異なる複数の振動を励起し、これら振動の合成により）発生した進行性振動により、振動体と移動体とを相対移動させる振動型駆動装置の制御方法を提供する。ここで、制御方法は、進行性振動の最大変位が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が振動体と移動体の相対移動方向に変化するように駆動信号を制

御することを特徴とする。

【0 0 2 7】

あるいは、制御方法は、進行性振動が、進行性振動の位置的位相を変化させる振動成分を含むように駆動信号を制御することを特徴とする。

【0 0 2 8】

【発明の実施の形態】

（実施形態 1）

図 1 2 には、本発明の実施形態 1 である進行波型の振動型駆動装置の構成を示す。この振動型駆動装置は、ハウジング 1 0 にビスなどで固定された振動体 1 と、振動体 1 に摩擦材 5 を介して摩擦接触する移動体 6 と、玉軸受け 1 5 によってハウジング 1 0 に回転自在に支持された出力軸 1 1 と、移動体 6 を振動体 1 に加圧接触させるばね力を発生するとともに、移動体 6 の回転を出力軸 1 1 に伝達する加圧ばね 8 とにより構成されている。出力軸 1 1 には、不図示のギヤ等を介して、該振動型駆動装置を駆動源とする各種装置、機器等の作動装置の駆動機構 2 0 が接続されており、駆動機構 2 0 は出力軸 1 1 からの出力を受けて作動する。

【0 0 2 9】

図 1 3 には、上記振動型駆動装置に用いられている振動体 1 の裏面側から見た斜視図を示している。振動体 1 は、金属材料の切削加工あるいは粉末焼結などの型成形によって円環状に製作された弾性体 1 A と、この弾性体 1 A の裏面に貼り付けられた電気－機械エネルギー変換素子としての円環状の圧電素子 2 とから構成されている。

【0 0 3 0】

弾性体 1 A の軸方向一方（表面）の側には、複数の放射状の溝が軸方向に延びるよう形成されることにより、くし歯状の複数の突起 4 が形成されている。該複数の突起 4 の上面には摩擦材 5 が接着されている。摩擦材としては、P T F E を主体とする複合樹脂材料や、用途に合わせて表面処理を施した金属材料や、アルミナセラミックが用いられる。

【0 0 3 1】

弾性体 1 A の軸方向他方の側（くし歯状突起が形成されていない側）の面には

、圧電素子 2 が接着されており、この圧電素子 2 にはパターン電極 2 - 1 が蒸着又は印刷によって形成されている。

【0 0 3 2】

パターン電極 2 - 1 は、振動体 1 の弾性体 1 A に励起する振動（以下、振動モードともいう）の次数に対応して、次数の 4 倍の数に等分割されており、それぞれの電極には、順に時間位相が 90° ずつ異なる略サイン波形状の交流電圧が印加される。励起する振動モードの固有振動数付近の周波数で交流電圧を印加すると、圧電素子 2 の伸縮により弾性体 1 A に曲げモーメントが加わり、これによって弾性体 1 A が共振振動する。 90° ずつ異なる交流電圧に対してそれぞれ励起される振動は、その合成によって進行波（進行性振動波）となる。

【0 0 3 3】

次に、上記振動型駆動装置の駆動方法（制御方法）について説明する。図 1 には、振動体の A 相、B 相の振動軌跡を示している。また、図 2 には、パターン電極を介して圧電素子 2 に印加する入力信号（駆動信号）のパターンを示す。さらに、図 1 3 には、駆動信号波形の記述を示す。

【0 0 3 4】

図 1 に示した振動軌跡は、A 相、B 相の振動変位を横軸、縦軸として示したものであり、図 2 に示す駆動信号によって振動体 1 に図 1 に示すような振動が励起される。

【0 0 3 5】

ここで、A（+）、B（+）、A（-）、B（-）の圧電素子 2 に駆動信号を印加する 4 相駆動の場合は、A（+）と A（-）および B（+）と B（-）は逆相になるため、省略して A 相および B 相として示している（以下、他の実施形態でも同様である）。

【0 0 3 6】

図 2 に示した駆動信号（A 相駆動電圧および B 相駆動電圧）は、図 3 に示した駆動角速度 ω を持つ駆動信号を基本波（駆動電圧 V ）として振幅変調（定在波振幅 a ）と位相変調（転回角 α ）を同時にかけたものであり、その結果として図 1 に示すように進行波に定在波成分を生成し、さらに A、B 平面上でその定在波成

分が回転するような進行波を形成している。

【0 0 3 7】

次に、この駆動方法の作用を説明する。通常の振動型駆動装置の駆動方法では、位置的位相を $\pi/2$ として配置された A 相振動および B 相振動は、振幅を等しくし、時間的位相を互いに $\pi/2$ として振動を励起することによって、A、B 平面においては図 1 に破線で示す円軌跡をたどる。この A、B 相の振動は、図 1 9 に示したように、振動体の各部でその振動方向が異なっている。

【0 0 3 8】

図 4 は図 1 に示した本実施形態の振動形態を振動体 1 の各部の振動を A 相、B 相の成分に分けて示した模式図であり、時間をおって (a), (b), (c) そして (d) の振動状態へと変化する。実線矢印が A 相の、点線矢印が B 相の振動成分である。

【0 0 3 9】

(a) の状態では、A 相振幅 > B 相振幅であるため、A 相の腹部での振動が最大となり、次第に楕円振動が回転して、(b) の状態では A 相の腹部と B 相の腹部の中間で振動振幅が最大となる。さらに、(c) の状態では、B 相の腹部での振動振幅が最大となり、同様に (d) の状態を経て、また当初の (a) の振動形態に戻る。このように、振幅変調と位相変調とをかけることにより、図 1 に示したように、A 相および B 相振動で構成する定在波成分を回転させるようにしている。

【0 0 4 0】

この結果、A 相振動と B 相振動の合成により形成される進行波の最大変位が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が、振動体 1 上を、該振動体 1 と移動体 6 との相対駆動方向に移動することになる。

【0 0 4 1】

ここで、図 1 5 は、A、B 各相の振動振幅が等しく、時間的位相を 90° とした通常（従来）の進行波における振動変位の動きを表したものである。図中破線で表したのが各位置での進行波の振動変位の最大値を結んだ包絡線であり、振動変位の最大値が等しいことから、直線状の包絡線となっている。つまり、この進

行波の最大変位には、増減もなく、極大値が存在しない。

【0 0 4 2】

また、図 1 6 は課題の欄で図 1 9 を用いて説明した従来の低速駆動方法として、B 相の振動振幅を小さくした場合の進行波の振動変位の動きを表したものである。B 相に対応した位置において振幅が減少するため、進行波の最大変位を結んだ包絡線は、図の破線で示すように、A 相位置を最大（極大）とする、進行波波長の半分のピッチの略正弦波形状になる。さらに、B 相の振動振幅を減少させて 0 とすると、B 相に対応する位置の振幅は 0 となり、A 相位置に腹を持つ定在波だけになる。A 相の振動振幅を小さくする場合も同様に、A 相位置に対応した位置の振幅が小さくなり、B 相位置を最大（極大）とする略正弦波上の包絡線となる。

【0 0 4 3】

このように、従来の駆動方法では、進行波の振動変位の最大値が増減するが、A 相位置または B 相位置という決まった位置でその最大値が極大となるような進行波になる。そして、このように片相の振動振幅を小さくして定在波成分を生じさせると、決まった場所で縦振幅が減少する箇所と横振幅が減少する箇所とが分布して生じる。このため、振動体に移動体を加圧接触させた場合には、接触位置により摩擦状態の不均一を生ずる。この不均一は、摩擦面の摩耗速度に差を生じさせ、摩擦面の平面度の劣化を生じるため、回転むらの増加、適切な接触状態を維持できないことによる異音の発生など、性能の低下の原因になる。

【0 0 4 4】

さらに、振動振幅の大きい箇所が常に同じ位置に存在するため、移動体と振動子との面圧分布のむらや、移動体の接触部の平面の凹凸によって、移動体の回転と同期して定常的に回転むらが生じ、回転精度を著しく損なうことになる。

【0 0 4 5】

さらに、A、B 相の時間的位相を 90° から変化させる場合も、A、B 相の間位置での振幅を増加させることになり、同様の性能低下の原因となる。

【0 0 4 6】

これらに対し、図 1 4 には、本実施形態の駆動方法により振動体 1 に励起され

る進行波の各位置での振動振幅の最大位置を結んだ包絡線の動きを表している。従来の駆動方法では、図 1 6 に示したように、振幅の最大値を結んだ包絡線の極大部の位置が一定であったのに対し、本実施形態では、変調周期で決定される速度で振動変位の包絡線が移動していく。すなわち、本実施形態では、進行波の振動変位の最大値（最大変位）が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が順次若しくは連続的に移動する。

【 0 0 4 7 】

なお、駆動信号の振幅変調、位相変調に振動体 1 が応答するには、その変調周波数によって生ずる駆動信号の側波帯が振動体 1 を駆動可能な帯域内に入っていればよい。

【 0 0 4 8 】

変調により生成された定在波成分には、移動体 6 を駆動する駆動力はなく、移動体 6 を駆動できる駆動振動成分は、A、B 相に含まれる直交成分で与えられる。このため、駆動振動成分は、図 4 中に破線で示した楕円の成分でしかなく、駆動速度もこの破線の楕円の大きさによって決定される。

【 0 0 4 9 】

本実施形態によれば、駆動振動成分よりも大きな振動を生じさせながら、より低速度での駆動が可能となり、さらに進行波の最大変位が極大となる位置が変調周期にしたがって振動体 1 上を連続的に移動するため、移動体 6 との全面接触状態を避けることができ、特定の個所において摩耗が進む現象も避けることができる。

【 0 0 5 0 】

さらに、従来の駆動方法では、移動体の加圧面圧むらが生じたり、接触部の平面形状と振動体上での進行波の極大位置との関係による回転むら、トルクむらが生じたりしたが、本実施形態によれば、進行波の極大位置を振動体上を移動させることにより、回転むら、トルクむらを振幅位相の変調周期内において平均化することが可能となり、変調周波数以下の回転むら、トルクむらを大幅に低減することができる。

【 0 0 5 1 】

このように本実施形態では、A相振動とB相振動とに独立した振幅変調と位相変調を施してA相とB相との合成波である進行波に定在波成分を含ませ、さらにAB平面上での振動形状を回転させることによって、振動体1上に形成した進行波の最大変位の極大位置を順次（連続的に）移動させることができる。したがって、極低速駆動で駆動振動が微小になる条件においても大きな振幅で長期間にわたって安定して駆動することができる。

【0052】

（実施形態2）

図5には、本発明の実施形態2である振動型駆動装置の駆動方法（制御方法）により駆動した場合の振動体1の振動軌跡を示す。本実施形態の駆動方法は、実施形態1にて説明した振動型駆動装置に適用されるものである。そして、本実施形態でも、実施形態1と同様に、振動体1上に形成した進行波の最大変位の極大位置を順次移動させることができる。

【0053】

図6には、本実施形態の入力信号（駆動信号）を示す。図7には、本実施形態の駆動振幅を時間軸で示す。

【0054】

本実施形態は、A相およびB相に、独立した振幅変調のみを施したものである。

【0055】

図6に示すように、基本振幅をVとして、変調振幅aの振幅変調を、A相とB相とで逆になるようにかけ、駆動周期より長い時間で見るときに、A、B両相において均等に振幅を増大させている。

【0056】

本実施形態の場合は、図4の（a）と（c）で示した振動形態が得られる。このため、A相およびB相の腹に相当する部分の振幅が大きくなり、A相の腹部とB相の腹部の間の領域では振幅が小さくなるために、振動体1と移動体6の接触部全域にわたって均等な接触状態は得られない。それゆえ生じる偏摩耗によって回転むらの増大などが生じるおそれはあるが、そのような偏摩擦がA相、B相の

両相に均等に生じるため、駆動上のアンバランスは生じない。したがって、実施形態 1 のような位相変調を併せ用いない簡易的な駆動方法として有効である。

【0 0 5 7】

(実施形態 3)

図 8 には、本発明の実施形態 3 である振動型駆動装置の駆動方法（制御方法）により駆動した場合の振動体 1 の振動軌跡を示す。本実施形態の駆動方法は、実施形態 1 にて説明した振動型駆動装置に適用されるものである。そして、本実施形態でも、実施形態 1 と同様に、振動体 1 上に形成した進行波の最大変位の極大位置を順次移動させることができる。

【0 0 5 8】

図 9 には、本実施形態における A、B 両相の振幅変化を示す。

【0 0 5 9】

本実施形態においても、実施形態 2 と同様に、A、B 両相の駆動信号に独立した振幅変調のみを施したものであるが、A、B 両相の振幅変調が単一周波数では無い点が異なる。本実施形態では、変調によって送り速度の変化が生じ、回転むらが大きくなるというおそれがあるが、実施形態 2 と比べてより簡易的な駆動方法として有効である。

【0 0 6 0】

さらに、図 1 0 に示すように、振幅変調を階段状または矩形状にしてもよい。

【0 0 6 1】

(実施形態 4)

図 1 1 には、本発明の実施形態 4 である振動型駆動装置の制御装置の構成を示す。

【0 0 6 2】

この制御装置は、振動型駆動装置（図 1 に示した振動型駆動装置）1 1 0 の速度制御を行う制御装置であり、振動型駆動装置 1 1 0 に備え付けたエンコーダなどの速度検出器 1 1 7 からの速度情報と、外部（例えば、振動型駆動装置 1 1 0 を駆動源とする作動装置の主制御回路）から与えられた速度指令値から、それらの偏差に応じて周波数制御回路 1 1 2 によって駆動信号の周波数を決定し、さら

に同様に、速度偏差に応じて振幅位相変調回路 1 1 3 で振幅変調量、位相変調量および振幅変調と位相変調の周期を決定する。

【0 0 6 3】

各変調パラメータとしては、予め速度に対して最適な変調量（変調幅）および変調周期が不図示のメモリに記憶されており、速度検出器 1 1 7 によって検出された速度に応じた変調パラメータが該メモリから読み出され、決定される。例えば、速度域に応じて、高速側では変調なしとし、低速側では速度が小さいほど変調振幅を大きくするなどである。

【0 0 6 4】

振幅位相変調回路 1 1 3 によって決定された位相により周波数制御回路 1 1 2 からの出力の一方に位相差を与え、位相差を与えた信号ともう一方の信号をそれぞれ A 相、B 相の駆動波形とする。A 相、B 相に対して独立に設けられた振幅制御回路 1 1 5，1 1 6 には、同様に振幅位相変調回路 1 1 3 で決定された 2 相の振幅値がそれぞれ設定され、各振幅制御回路 1 1 5，1 1 6 から不図示の増幅回路を介して振動型駆動装置 1 1 0 の A 相、B 相圧電素子に駆動信号が印加される。

【0 0 6 5】

本実施形態では、振動型駆動装置 1 1 0 の駆動速度に応じて振幅・位相変調の量を決定するため、駆動速度が大きく、振幅が大きい場合には変調量を小さくでき、また、振動型駆動装置 1 1 0 の性能劣化に関わるような微小速度においては変調を大きくすることができるため、駆動状況に応じて適切な変調をかけることができる。

【0 0 6 6】

なお、本実施形態では、振動型駆動装置の速度制御のみについて説明したが、振動型駆動装置の位置決め制御でも、同様にして、振動型駆動装置 1 1 0 に備え付けた位置検出器によって得られる目標値との偏差から、速度および変調パラメータを決定してもよい。また、複数相での駆動の場合には、上記変調回路を駆動相の数分設ければよい。

【0 0 6 7】

また、上述した振幅制御回路 1 1 5, 1 1 6 としては、ゲイン可変アンプのようなものを用いてもよく、駆動信号としてパルスを用いてパルス幅制御回路と増幅回路とによって構成してもよい。

【0 0 6 8】

なお、本実施形態で説明した制御装置の構成は例にすぎず、振動体 1 上に形成した進行波の最大変位の極大位置を順次移動させるように駆動信号を制御するものであれば、どのような構成であってもよい。

【0 0 6 9】

また、本実施形態では、ハードウェアによって駆動信号の制御を行う場合について説明したが、同様な制御をコンピュータプログラムによって行うことも可能である。

【0 0 7 0】

また、上記各実施形態では、円環型の振動型駆動装置の制御について説明したが、本発明は、振動体に、同形状（もしくは同種類）で時間的位相の異なる複数の振動を励起し、その合成により進行性振動を励起するタイプの振動型駆動装置であれば、いずれの形態のものにも適用することができる。

【0 0 7 1】

さらに、以上説明した各実施形態は、本発明を実施した場合の一例でもある。また、本発明は上記各実施形態に様々な変更や改良が加えられて実施されるものでもある。

【0 0 7 2】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、振動型駆動装置を低速で駆動する場合でも、進行性振動の振幅を大きくすることができ、さらにその最大変位が極大となる位置を移動させることによって、振動体や接触体に偏摩耗を生じるような性能劣化の原因となる現象の発生を抑制することができる。したがって、振動型駆動装置の速度むらの少ない安定した駆動を行うことができるとともに、長期にわたって振動型駆動装置の安定した性能を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態 1 である制御装置により制御された振動型駆動装置における振動体の振動軌跡を示す図。

【図 2】

上記実施形態 1 における入力信号パターンを示す図。

【図 3】

上記実施形態 1 における入力信号波形の式を示す図。

【図 4】

上記実施形態 1 における振動体の振動を示す模式図。

【図 5】

本発明の実施形態 2 である制御装置により制御された振動型駆動装置における振動体の振動軌跡を示す図。

【図 6】

上記実施形態 2 における入力信号波形の式を示す図。

【図 7】

上記実施形態 2 における駆動振幅を示すチャート図。

【図 8】

本発明の実施形態 3 である制御装置により制御された振動型駆動装置における振動体の振動軌跡を示す図。

【図 9】

上記実施形態 3 における駆動振幅を示すチャート図。

【図 10】

上記実施形態 3 における駆動振幅を示すチャート図。

【図 11】

本発明の実施形態 4 である制御装置の構成を示すブロック図。

【図 12】

上記各実施形態の進行波型の振動型駆動装置の構成を示す断面図。

【図 13】

上記振動型駆動装置に用いられる振動体の斜視図。

【図 1 4】

上記実施形態 1 の制御装置により励起される進行波の振動変位の包絡線の動きを表した図。

【図 1 5】

従来の制御方法により励起される進行波の振動変位の動きを表した図。

【図 1 6】

従来の制御方法により励起される進行波の振動変位の動きを表した図。

【図 1 7】

従来の振動型駆動装置の駆動回路の構成を示す図。

【図 1 8】

従来の進行波型の振動型駆動装置における振動体と移動体の接触状態および駆動状態を示す展開図。

【図 1 9】

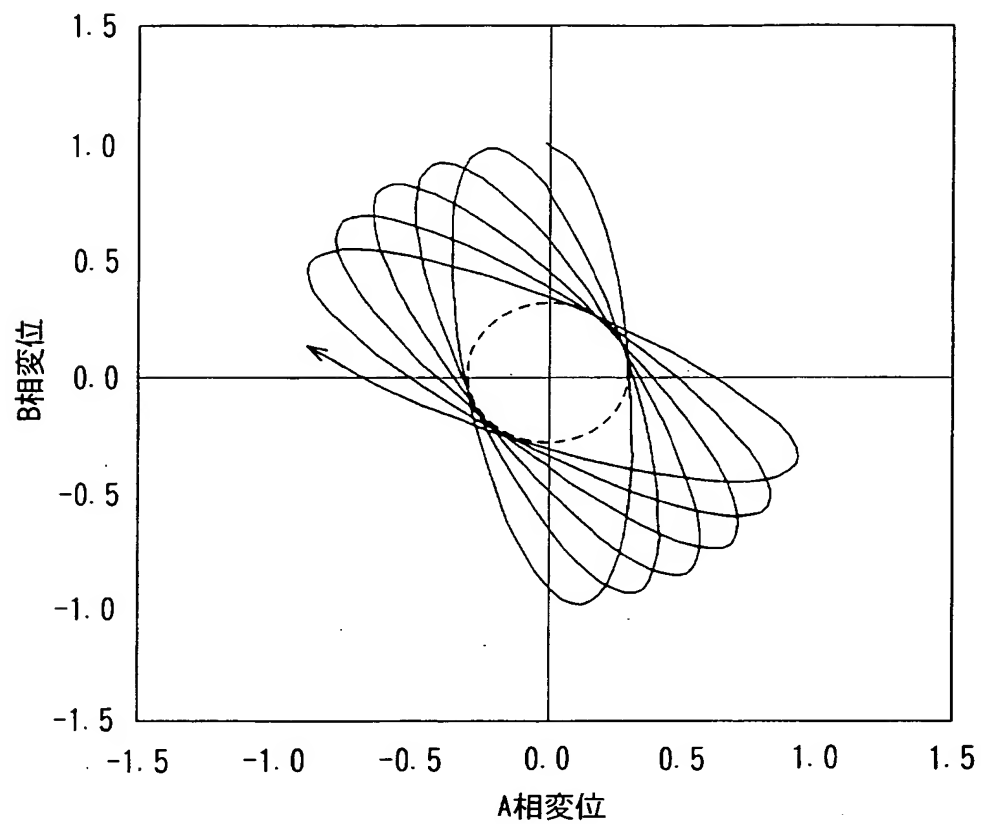
従来の振動型駆動装置における振動体の振動を示す模式図。

【符号の説明】

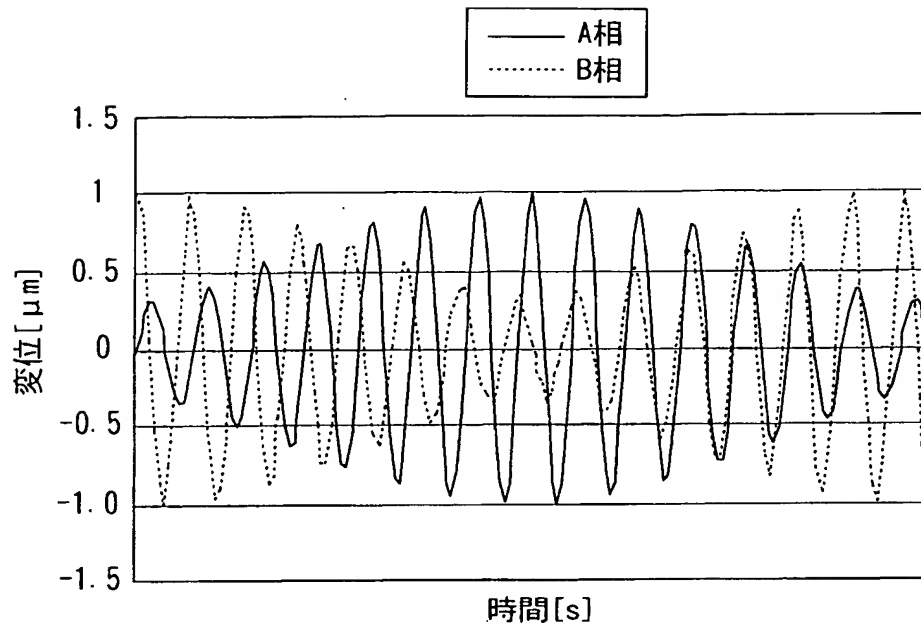
- 1 振動体
- 1 A 弾性体
- 2 圧電素子
- 2 - 1 パターン電極
- 4 くし歯状突起
- 5 摩擦材
- 6 移動体
- 8 加圧ばね
- 9 ディスク
- 1 0 ハウジング

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【図 3】

$$A = (V+a) \cos \alpha \cos \omega t - V \sin \alpha \sin \omega t$$

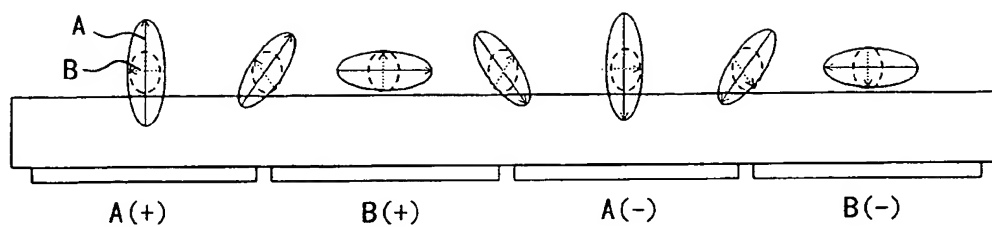
$$B = (V+a) \sin \alpha \cos \omega t + V \cos \alpha \sin \omega t$$

A: A相駆動電圧、B: B相駆動電圧、V: 駆動電圧 (基本振幅)

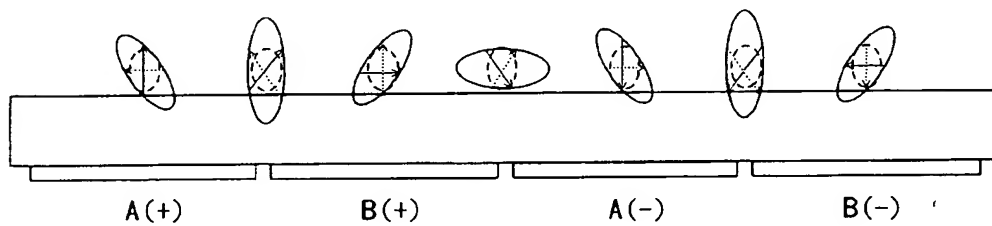
a: 定在波振幅、 α : 転回角、 ω : 駆動角速度

【図 4】

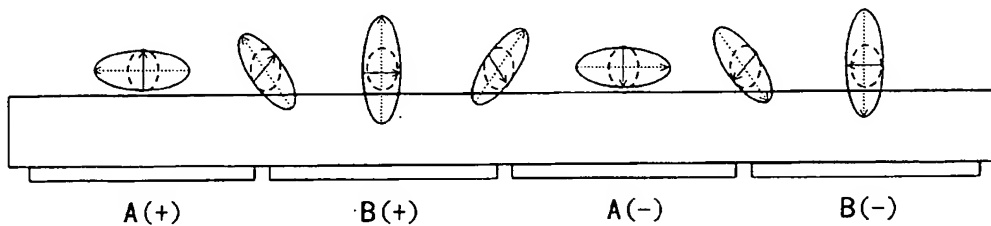
(a)



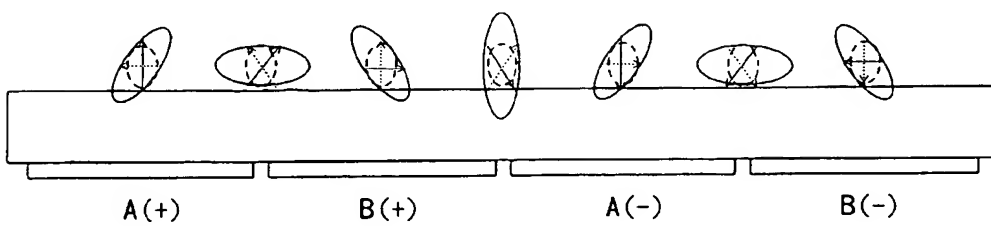
(b)



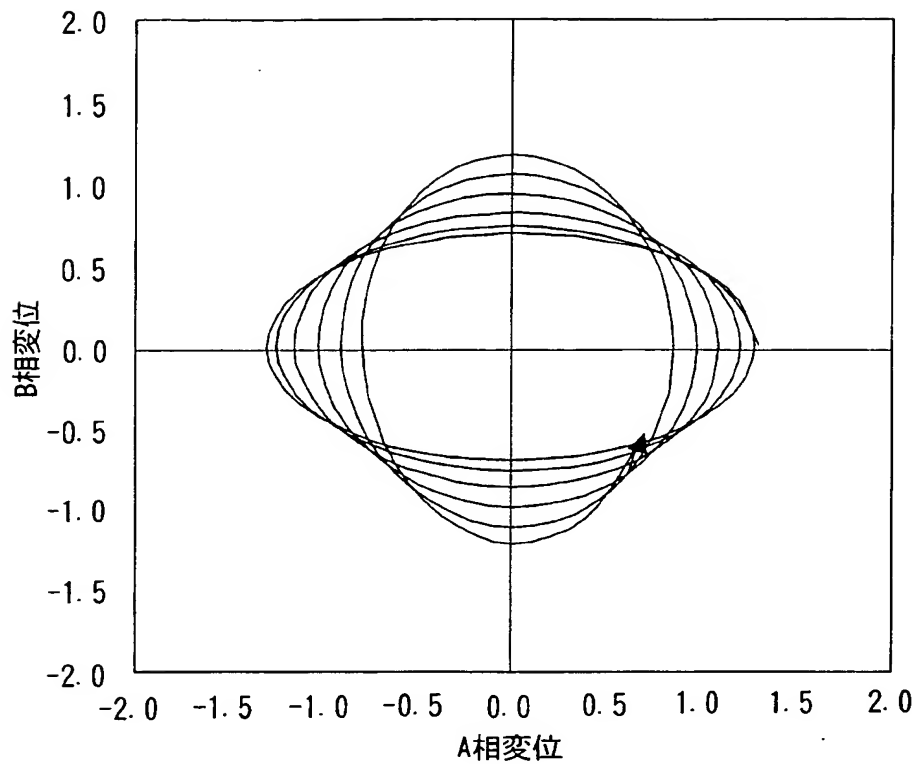
(c)



(d)



【図 5】



【図 6】

$$A = (V + a \cos \phi) \cos \omega t$$

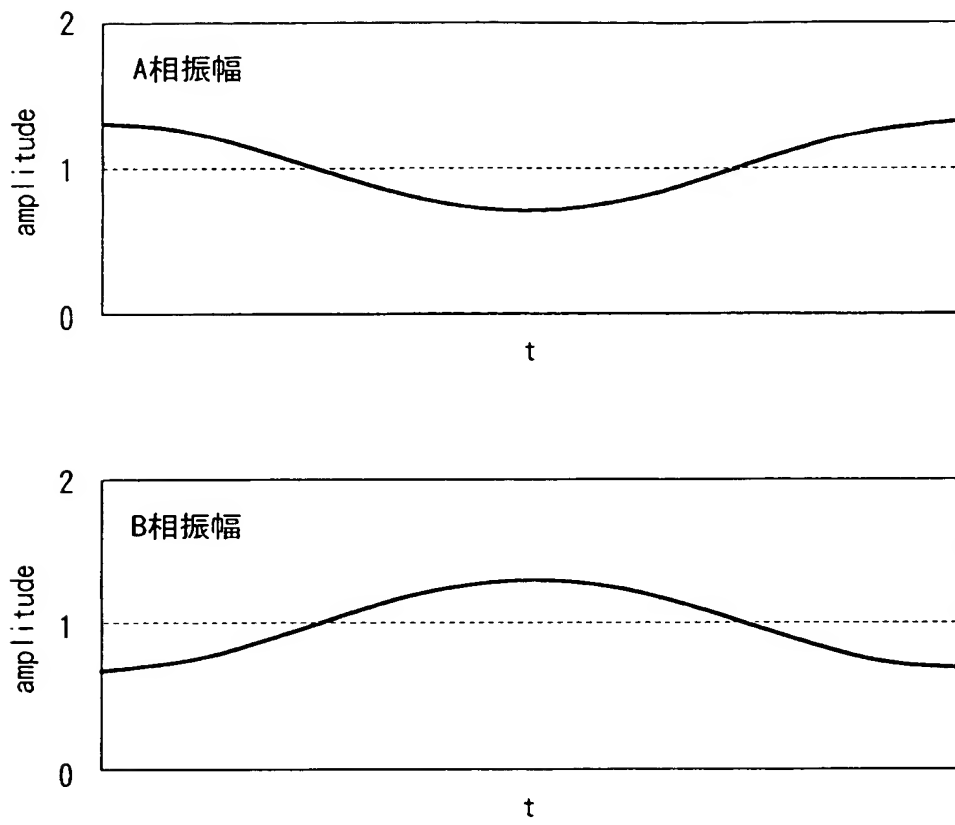
$$B = (V - a \cos \phi) \sin \omega t$$

A: A相駆動電圧、B: B相駆動電圧

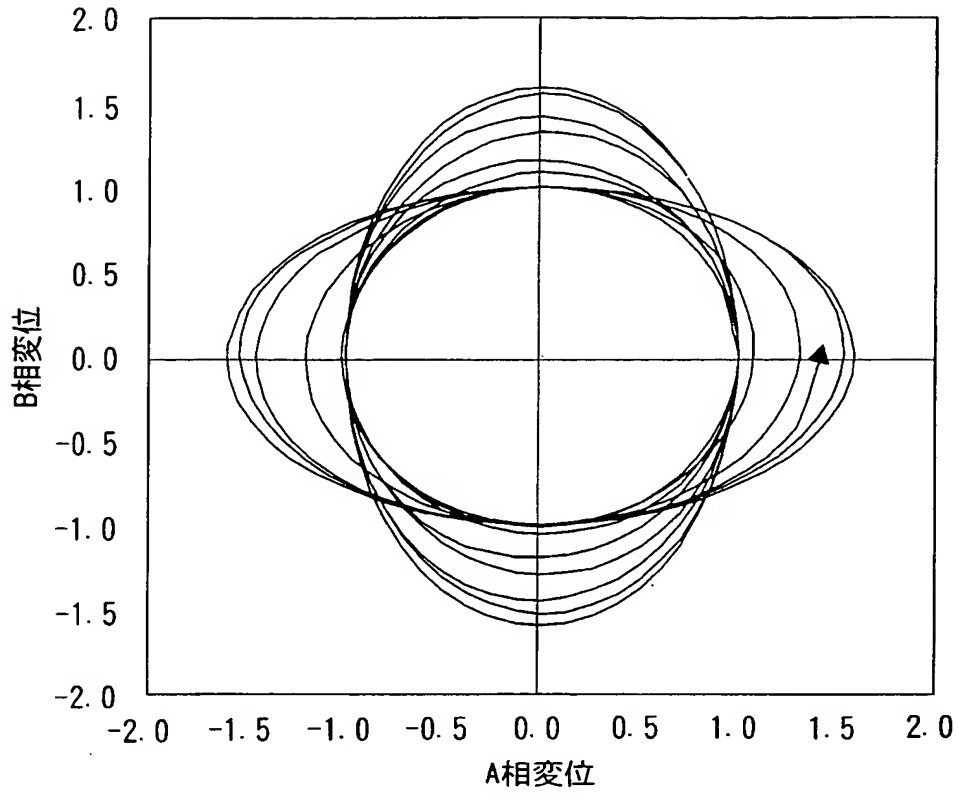
a: 変調振幅、 ϕ : 変調位相、 ω : 駆動角速度

V: 駆動電圧(基本振幅)

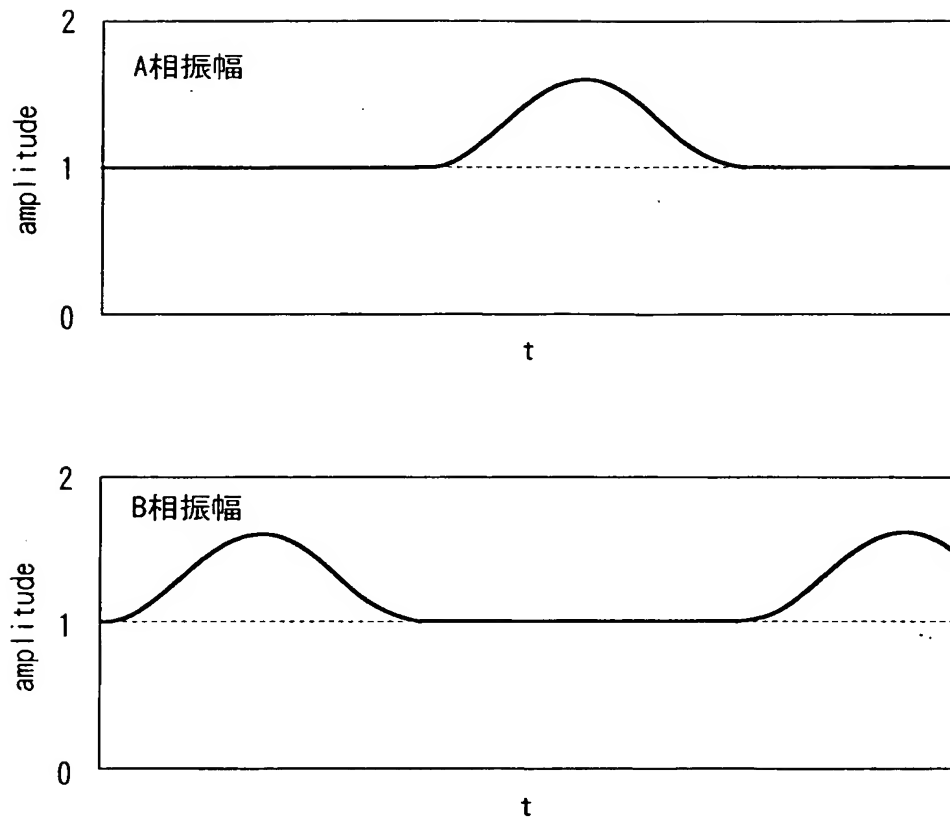
【図 7】



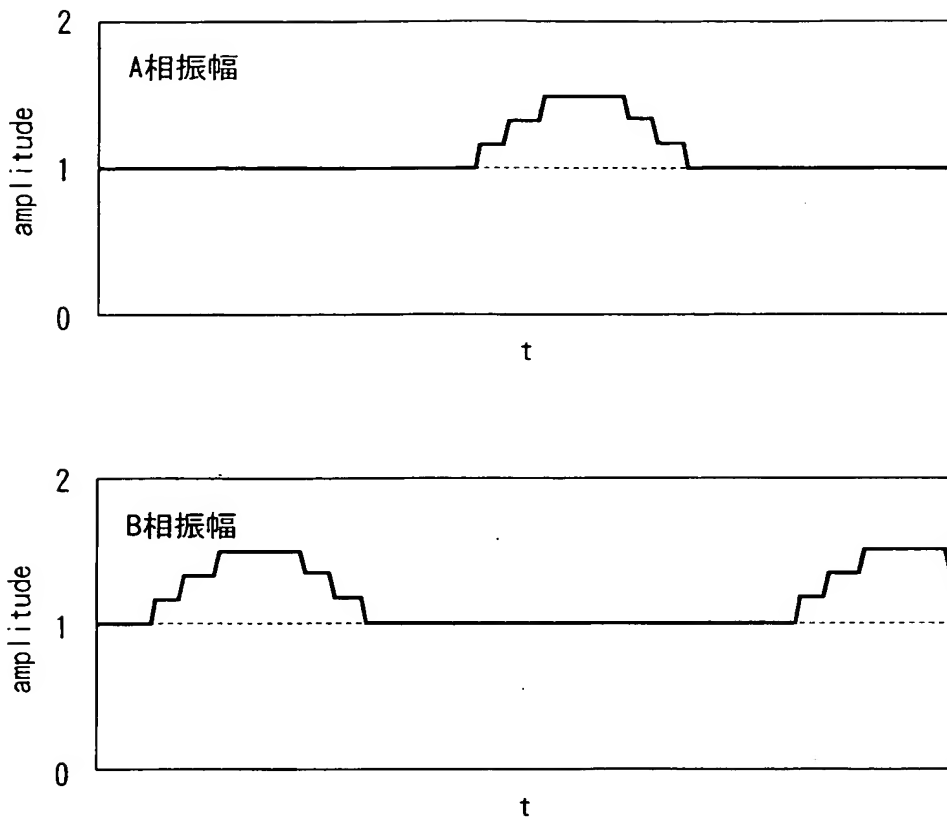
【図 8】



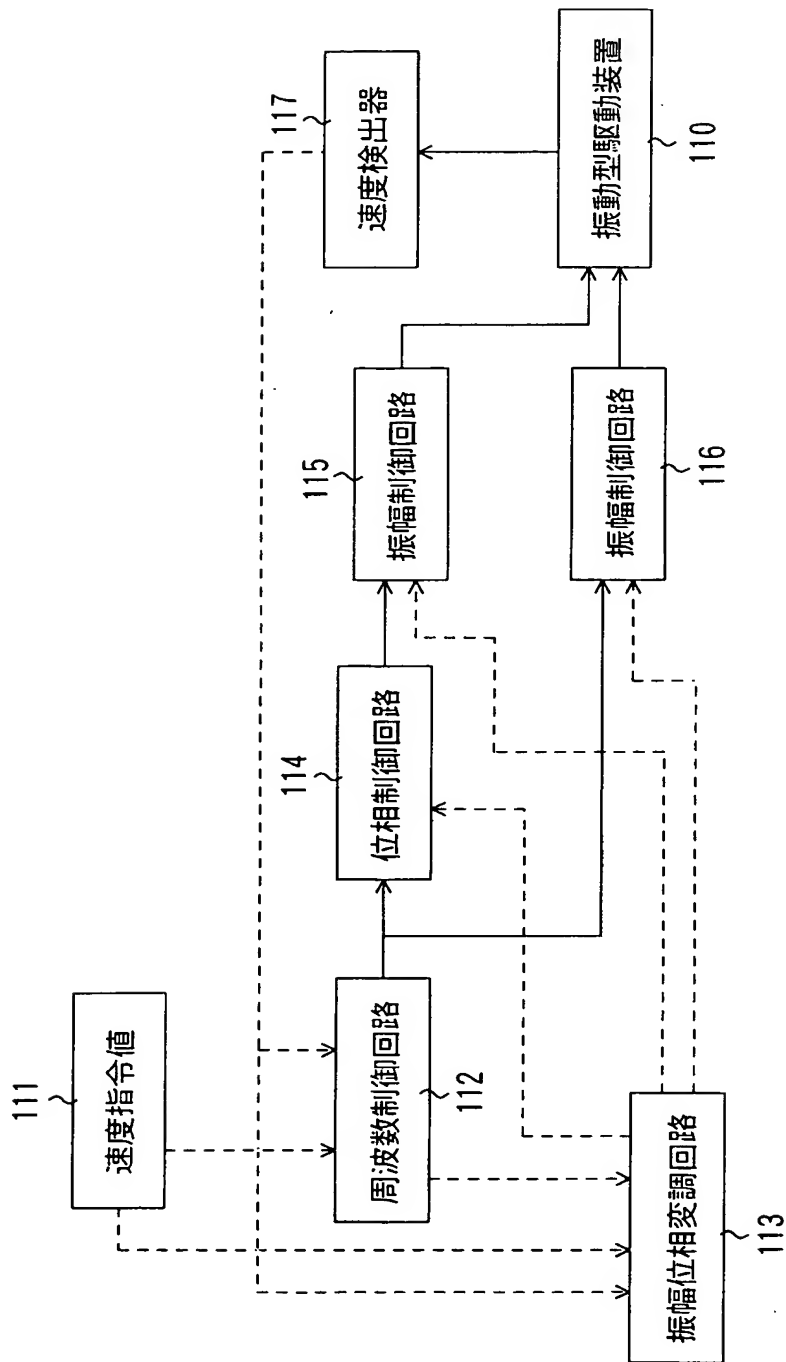
【図 9】



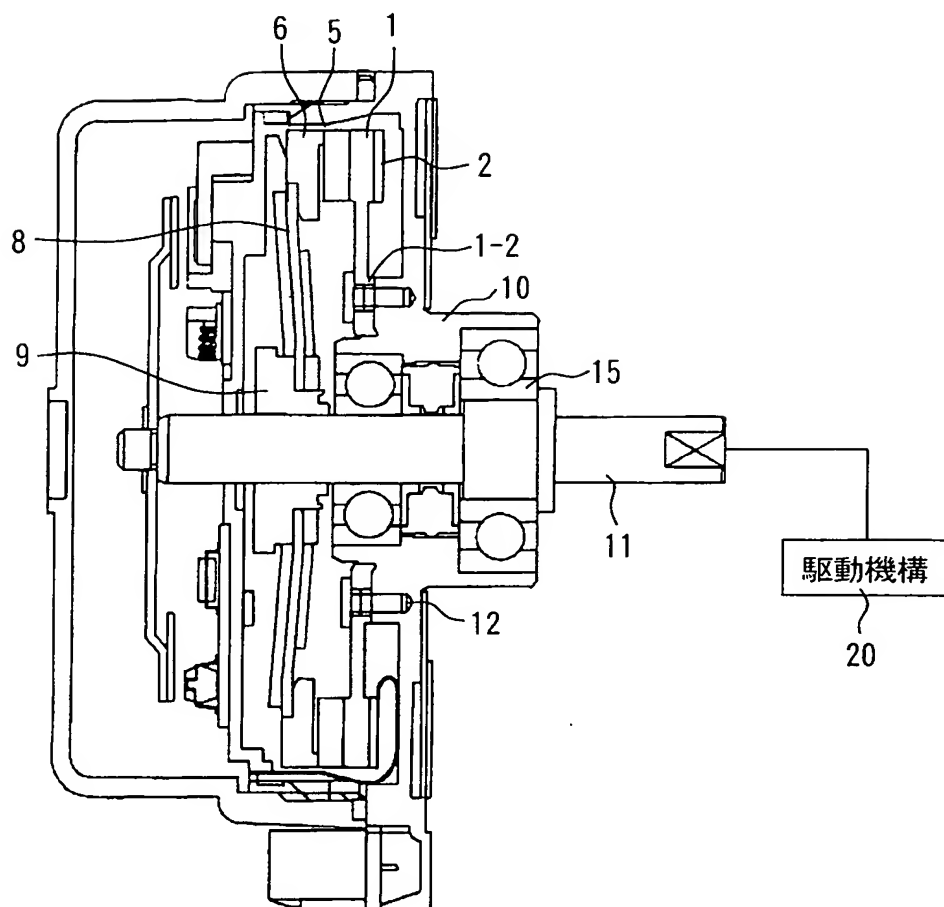
【図 10】



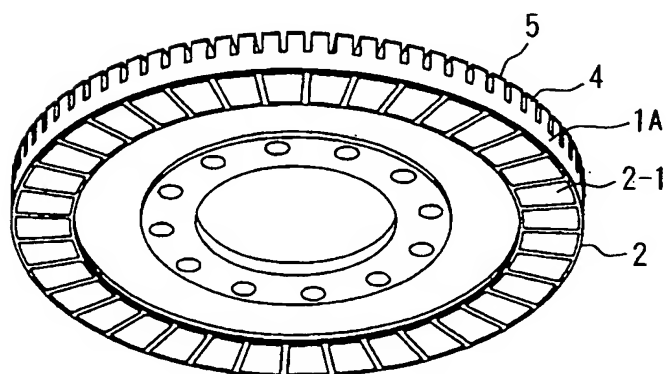
【図 11】



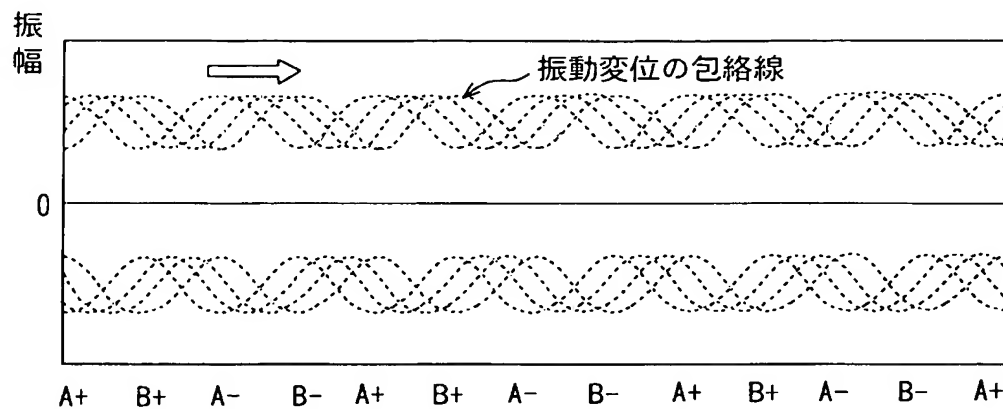
【図 12】



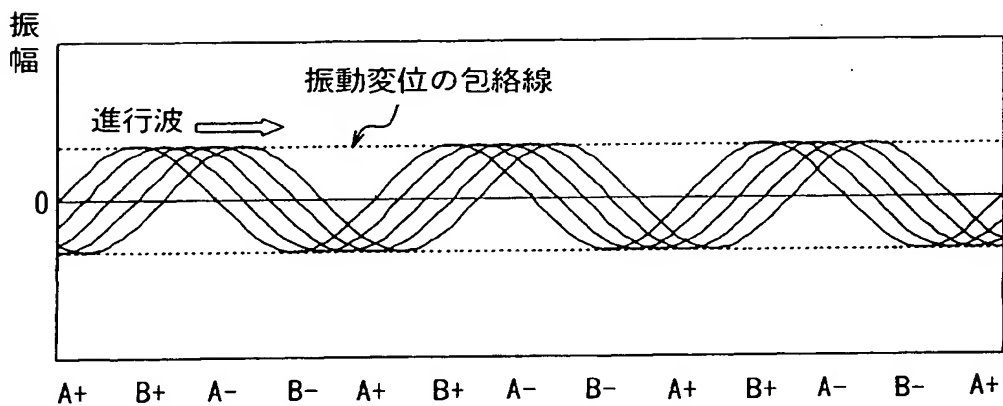
【図 13】



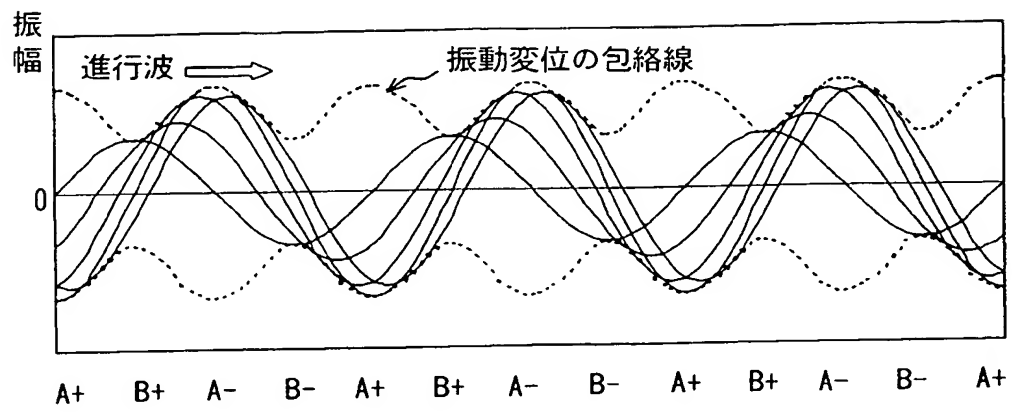
【図 14】



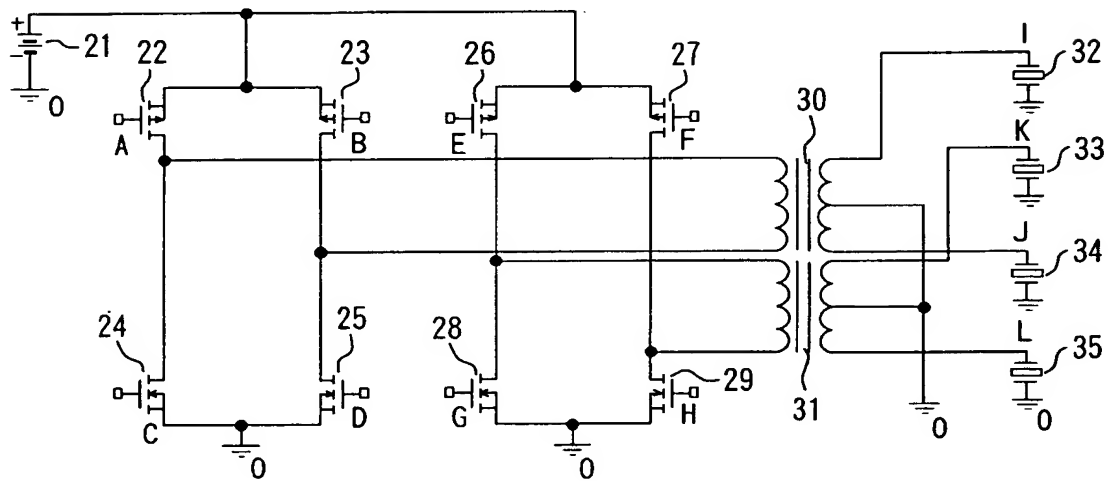
【図 15】



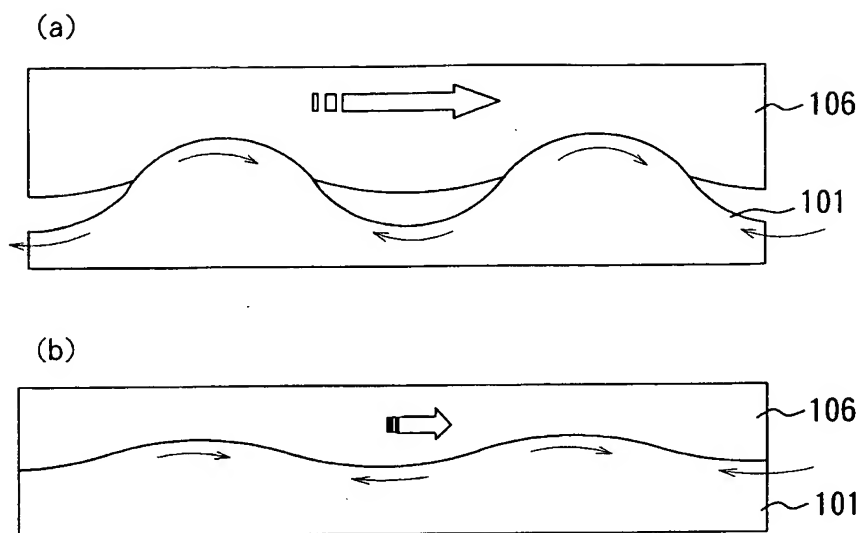
【図 16】



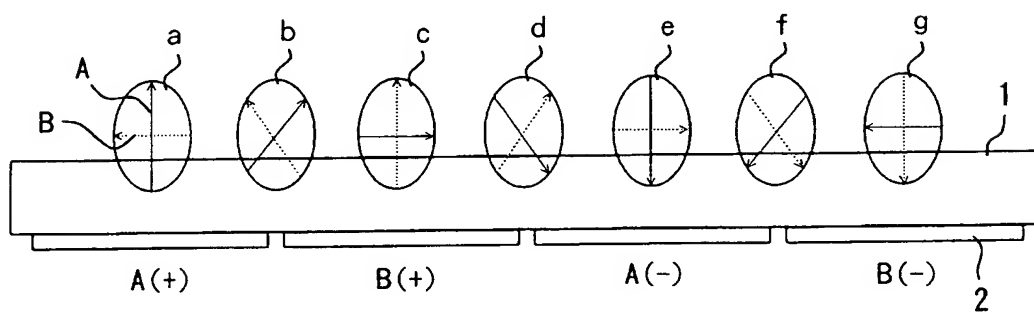
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低速での駆動状態を長期間にわたって続けても、出力性能を維持できるようにした振動型駆動装置の制御装置を提供する。

【解決手段】 弾性体 1 A および電気-機械エネルギー変換素子 2 を有する振動体 1 と、振動体に接触する接触体 6 とを有し、電気-機械エネルギー変換素子に複数の駆動信号を印加して、振動体に進行性振動を励起し、振動体と移動体とを相対移動させる振動型駆動装置の制御装置において、該制御装置は、進行性振動の最大変位が増減し、かつその最大変位が極大となる位置が振動体と移動体の相対移動方向に変化するように駆動信号を制御する。

【選択図】 図 1 2

特願 2 0 0 3 - 0 9 6 4 9 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社